

UN5 EE
-D52



COMMISSION ÉCONOMIQUE POUR L'EUROPE

CONFÉRENCE SUR LES PROBLÈMES RELATIFS
À L'ENVIRONNEMENT

Prague et voyage d'étude dans les régions d'Ostrava
(Tchécoslovaquie) et de Katowice (Pologne),

2-15 mai 1971

7

Distr.

RESTREINTE

ENV/CONF./D.5

1er avril 1971

FRANCAIS SEULEMENT

ETUDE DES CONDITIONS ET DES PROBLÈMES DE L'ENVIRONNEMENT
DANS LE SECTEUR DES TRANSPORTS

Présentée par la Suisse

Etablie par M. A. GILGEN, Institut d'hygiène
et de physiologie du travail,
Ecole polytechnique fédérale, Zurich

I. INTRODUCTION

1. Les transports exercent leur influence sur l'environnement de diverses manières.

Ce rapport traitera les cinq aspects suivants du problème :

- Le bruit
- La pollution de l'air
- La pollution des eaux
- Le besoin de place
- L'esthétique.

En revanche, les problèmes posés par les accidents de la circulation ne sont pas traités, à moins qu'ils n'aient d'étroits rapports avec les cinq aspects susmentionnés.

2. Depuis 1930, on connaît la relation, vérifiée au cours de longues années, qui existe entre le volume total des transports et le produit national brut. Si cette relation continue de se vérifier dans les pays industrialisés et si elle est aussi constatée à l'avenir dans les pays en voie de développement - ce à quoi il faut s'attendre - les problèmes que posent les transports quant à l'environnement deviendront toujours plus aigus sur tout le globe, à moins que la structure des transports ne se modifie et que l'homme ne change d'attitude.

3. La structure et la forme des transports devront vraisemblablement se modifier car la circulation classique - en particulier l'utilisation de transports individuels - se compliquera au point de devenir impossible. Mais ce danger de congestion n'est pas seulement menaçant sur le plan des moyens de transports individuels; il guette aussi les transports publics aériens.

II. LE BRUIT

A. Généralités

4. L'effet incommode du bruit dépend de divers facteurs. Ceux-ci tiennent en partie au caractère même du bruit et en partie également aux conditions dans lesquelles se trouve l'homme qui subit ce bruit. Citons comme facteurs les plus importants :

- Le bruit sonore
- La durée du bruit isolé
- La fréquence des bruits
- L'appréciation subjective et la sensibilité individuelle.

5. L'unité servant à mesurer le niveau sonore est le décibel (dB). Celui-ci est défini de telle sorte que le niveau sonore approche du seuil d'audibilité 0 dB pour un son de 1000 Hertz (= 1000 oscillations à la seconde).

6. L'homme perçoit davantage les sons aigus que les sons graves. Il en résulte que des sons de fréquence différente sont entendus de façon variable bien que le niveau sonore reste le même. Ce fait n'est pas pris en considération lorsqu'on mesure le niveau sonore en dB. C'est la raison pour laquelle on a créé le phone comme unité de puissance sonore. Il a fallu procéder à des comparaisons d'audition pour fixer l'échelle phonique. Or, la faiblesse de celle-ci réside dans le fait que l'on a établi des comparaisons d'audition au moyen de sons purs. En effet, il s'est révélé que la puissance sonore d'un bruit tel qu'il se produit dans la vie de tous les jours ne saurait être déterminée de façon sûre au moyen d'une échelle phonique constituée de sons purs. Il faudrait donc, pour chaque bruit, procéder à des comparaisons avec un son de 1 000 Hz afin de pouvoir indiquer exactement en phones l'intensité du bruit. Bien entendu, cela n'est pas réalisable sur le plan pratique. C'est pourquoi le phone a aussi été abandonné en tant que mesure de l'intensité des bruits.

7. Comme le phone ne donnait pas satisfaction et que, d'autre part, il était souhaitable de trouver une mesure du bruit s'adaptant à la sensibilité de l'oreille humaine, on a recouru aux niveaux sonores, qui ont donné de bons résultats. Il s'agit en l'occurrence de la mesure du niveau sonore total, dont les fréquences les plus basses et les plus élevées sont cependant éliminées. En revanche, certaines fréquences moyennes sont évaluées conformément à leur véritable puissance ou même au-delà. Il existe diverses sortes de courbes d'évaluation, désignées le plus souvent par les lettres majuscules. La courbe A étant la plus fréquemment utilisée, on parle alors de niveau sonore dB (A).

8. Le Perceived Noise Level (PNL) a été choisi comme mesure de l'effet incommode d'un bruit isolé; il est défini, comme le phone, sur la base de comparaisons d'audition. Cependant, ce n'est pas un son pur mais un bruit normalisé qui sert de son de référence. L'unité de Perceived Noise Level est le Perceived Noise Decibel (PNdB).

Lorsqu'on mesure un bruit en PNdB, on commence par le soumettre à une analyse de la fréquence, puis les différents niveaux sont mesurés du point de vue physiologique et de nouveau réunis. Il faut par conséquent de grands moyens techniques pour procéder à des mesures en PNdB.

9. Diverses recherches ont montré qu'il est possible de transformer directement dB (A) en PNdB et vice versa; les valeurs en PNdB sont de 12 à 14 unités plus élevées que les valeurs correspondantes de dB (A). Pour la conversion, on tient généralement compte d'une différence de 13 unités à l'heure actuelle.

10. En ce qui concerne la durée des bruits, des enquêtes ont révélé que deux bruits dont l'un dure la moitié moins que l'autre sont également désagréables lorsque le plus court atteint un niveau sonore dépassant l'autre d'environ 4,5 dB. Cette différence est surtout valable pour les niveaux élevés et moyens; elle s'atténue à mesure que le niveau baisse. Si le niveau sonore est d'environ 70 dB, il faut encore compter avec une différence de quelque 4 dB.

11. En cas de bruit discontinu dont les éléments isolés sont perceptibles, l'expérience a prouvé qu'il est avantageux de fixer comme durée le temps pendant lequel le bruit est de 10 dB inférieur au niveau sonore maximal de chacun des éléments considérés.

12. L'effet incommodant d'une source de bruit dépend fortement de la fréquence des bruits. Ce phénomène apparaît clairement dans le domaine du trafic aérien et du trafic routier, l'abaissement du niveau sonore moyen des bruits isolés étant réduit à néant par une plus grande fréquence des bruits.

Lorsque le nombre des bruits double, le niveau sonore moyen monte de 3 à 4,5 unités. Si l'on considère l'énergie acoustique, on obtient une valeur de 3 unités. En revanche, des expériences de caractère socio-psychologique ont montré que l'augmentation du nombre des bruits du simple au double correspond en fait à une augmentation du niveau sonore moyen de 4,5 unités.

13. On a proposé à maintes reprises de mesurer au moyen d'une grandeur unique - une mesure de la charge du bruit - le niveau sonore ainsi que la fréquence et/ou la durée des bruits isolés. Nous examinerons en détail la plupart de ces mesures lorsque nous parlerons du bruit des sources isolées, car elles ne peuvent en général pas s'appliquer à toutes les sources de bruit.

14. Le bruit est le plus souvent défini comme un son indésirable. Selon une définition plus précise, tout son n'est véritablement incommodant que lorsque la personne qui le perçoit n'est pas immédiatement disposée à l'entendre. Outre le niveau sonore, la durée et la fréquence des bruits, les éléments subjectifs suivants sont décisifs en ce qui concerne la sensation de bruits incommodants :

- La personnalité (p.ex. bonne ou mauvaise humeur)
- La situation (p.ex. travail, détente, sommeil)
- L'activité
- La particularité du bruit.

Ainsi, on ne constate pas seulement des sensations qui varient d'un individu à l'autre, mais le même homme peut ressentir le même bruit de façon très différente suivant les circonstances.

B. Effets du bruit sur l'homme

15. La surdité est une forme particulière d'atteinte à la santé par le bruit. Son apparition présuppose en général un bruit intense durant une longue période; en outre, la surdité dépend fortement de la fréquence des bruits. Les fréquences élevées sont plus dangereuses que les basses. En pratique, la surdité ne se produit que lorsque l'homme se trouve à proximité immédiate d'une source de bruit, comme cela peut être le cas dans l'industrie ou le commerce. Le bruit du trafic, en tant que bruit affectant l'environnement, ne provoque pas la surdité.

16. Les bruits à partir de 75 à 80 dB (A) produisent un rétrécissement mesurable des vaisseaux sanguins et, par conséquent, une élévation de la tension artérielle. La respiration réagit d'une manière encore plus sensible en s'accéléralant. On constate également une accéléralation du métabolisme, une diminution de l'activité des organes de la digestion et un accroissement de la tension des muscles sous l'influence du bruit. Tous ces effets excitants du système neuro-végétatif renforcent le caractère de stress que présente le bruit.

17. L'apparition de maladies physiques comme conséquence directe de l'exposition au bruit durant une longue période n'est pas pour surprendre, étant donné l'excitation que subit le système neuro-végétatif. Cependant, les résultats des enquêtes entreprises jusqu'ici dans ce domaine ne sont pas encore probants. Il est donc justifié de conclure provisoirement que les constatations faites sont insuffisantes pour nous permettre de considérer des maladies physiques chroniques comme la conséquence directe d'une exposition au bruit. On peut admettre la possibilité d'une adaptation au stress pour le système neuro-végétatif. Toutefois, cette adaptation ne saurait être mise sur le même pied que l'adaptation générale au bruit.

18. Il n'a pas été possible jusqu'ici de prouver que des maladies psychiques sont directement dues au bruit. Cependant, un indice important de l'existence d'un rapport entre le bruit et les maladies psychiques a été fourni par une étude faite au Royaume-Uni et qui a duré deux ans. Cette étude a montré que le nombre des personnes placées dans des cliniques psychiatriques a été sensiblement plus élevé dans une région fortement exposée au bruit des avions que pour une collectivité habitant en dehors de la zone bruyante, les conditions relatives à l'âge et au sexe ainsi que la situation économique et sociale étant comparables dans les deux cas. Les personnes les plus fréquemment placées dans une clinique psychiatrique ont été surtout des femmes d'un certain âge vivant seules et souffrant notamment de troubles nerveux et de maladies mentales organiques. Il ne faut malgré tout pas déduire de ces résultats que les maladies mentales sont la conséquence directe du bruit.

19. En ce qui concerne l'insomnie, les différences sont très grandes suivant les individus. Au cours d'une expérience, on a constaté que 10 % de sujets étaient déjà réveillés par des bruits de 30 phones, alors que d'autre part 10 % n'étaient nullement dérangés par des sons de 70 phones. Près de la moitié des sujets se réveillaient à la limite des 45 phones. (L'intensité du bruit en phones a fait place dans l'intervalle à l'indication correspondante en dB (A)). En enregistrant l'activité électrique du cerveau au moyen d'un électro-encéphalogramme (EEG) pratiqué sur des sujets endormis, on a réussi à prouver que le sommeil est déjà troublé par des sons de 55 à 80 décibels, sans toutefois que les personnes se réveillent. Des bruits fréquents, bien qu'ils soient trop faibles pour réveiller le sujet, peuvent empêcher le sommeil profond ou interrompre souvent celui-ci. De semblables troubles du sommeil gênent le repos et sont de nature à provoquer des états de fatigue chronique avec tous les inconvénients que cela comporte pour la santé, la résistance à la maladie et le travail.

20. Un bruit permanent jusqu'à 90 dB (A) ne semble pas porter préjudice au travail manuel. Font exception les travaux pour lesquels il est nécessaire d'utiliser la parole et les travaux monotones qui réclament une attention soutenue. Pour ces deux genres d'activité, le nombre des erreurs augmente mais la quantité de travail fournie diminue seulement dans une faible proportion. Au contraire, l'expérience montre que le bruit est nuisible au travail cérébral ardu. Malheureusement, les travaux de caractère intellectuel

ne peuvent guère être assujettis à des règles précises, c'est pourquoi ils échappent à toute mesure.

21. Le bruit qui empêche les gens de se comprendre lorsqu'ils parlent est très gênant. A une distance d'un mètre, l'intensité moyenne de la voix varie entre 60 et 65 dB. Les paroles prononcées ne sont entièrement comprises que lorsque la voix dépasse d'environ 10 dB le niveau sonore ambiant. S'il faut élever la voix en raison des bruits environnants, la personne qui parle et celle qui écoute doivent faire un effort supplémentaire qui se traduit par une plus grande fatigue. Si les bruits environnants sont élevés au point de ne pouvoir être couverts par la voix, la communication est troublée ou même rendue impossible. La difficulté de comprendre les paroles prononcées est considérée comme l'un des éléments les plus sûrs pour fixer le degré du préjudice causé par le bruit.

22. On attache une importance considérable aux divers troubles provoqués par le bruit, tels que l'effroi, les vibrations ressenties dans les maisons et les gênes dans l'écoute radiophonique.

23. La gêne subjective dans le cadre des études de caractère socio-psychologique qui ont été faites constitue un bon critère d'appréciation pour l'effet incommode du bruit.

24. En ce qui concerne la sensibilité de la population au bruit, divers expérimentateurs sont arrivés sinon aux mêmes résultats, du moins à des résultats analogues. C'est ainsi que, se fondant sur une enquête menée en République fédérale d'Allemagne, on a pu conclure qu'un quart de la population n'est guère sensible au bruit, alors qu'un quart l'est nettement. Au Royaume-Uni, une enquête a révélé que 10 à 15 % des gens sont particulièrement sensibles au bruit et ont fréquemment d'autres griefs contre les conditions de logement. D'un autre côté, environ 30 % des personnes sont si peu sensibles au bruit qu'ils ne se sentent nullement incommodés même si celui-ci est très fort.

25. La gêne subjective ne dépend pas seulement de la sensibilité personnelle au bruit, mais aussi de la situation dans laquelle l'homme se trouve et de l'activité qu'il exerce. (Voir également le paragraphe 14). Ainsi, le même bruit dérange davantage lorsqu'on est à domicile qu'en dehors de chez soi ou au travail. D'après une enquête faite au Royaume-Uni, sur 100 personnes qui se prétendent incommodées par le bruit, 99 ont déclaré l'avoir été à domicile, 35 seulement en dehors de chez elles et 26 seulement au travail, le bruit étant le même partout.

Relevons à cet égard que le moment où se produit le bruit (jour ou nuit) a une importance particulière. C'est à juste titre que l'on considère le bruit avec plus de sévérité pendant la nuit que de jour; la plupart des dispositions légales et de nombreuses directives pour la lutte contre le bruit tiennent compte de ce fait.

C. Charge de bruit et gêne causée par le bruit

26. Il convient de séparer les notions de charge de bruit et de gêne causée par le bruit.

La charge de bruit représente la constatation objective du bruit. On peut par exemple la désigner sous le nom de "faible", "moyenne" ou "forte", ou éventuellement par une valeur numérique. En revanche, la gêne donne la mesure des troubles provoqués par le bruit et on l'appellera "inexistante", "moyenne" ou "excessive", ou encore "inexistante", "supportable" ou "intolérable". Dans de vastes domaines, la question de savoir s'il faut considérer la gêne comme moyenne ou excessive est laissée à l'appréciation des responsables, car le degré de gêne varie énormément d'un individu à l'autre même lorsque l'intensité du bruit ne change pas.

27. La limite entre la gêne moyenne et excessive, ou supportable et intolérable ne peut être évaluée qu'approximativement sur le plan médical. Cependant, il est indubitable que cette limite se trouve là où se manifeste pour une majorité importante de la population une atteinte sensible au bien-être - que cette atteinte soit mesurable objectivement ou ressentie subjectivement.

28. Les troubles provoqués par le bruit constituent-ils une simple gêne ou une atteinte à la santé ? Voilà une question controversée depuis fort longtemps. Dans les cas extrêmes, il est facile d'évaluer les dommages. La surdité due au bruit, par exemple, doit indiscutablement être considérée comme une atteinte à la santé. En revanche, les troubles causés à l'auditeur de radio et de télévision ne constituent évidemment qu'une gêne. Mais, très souvent, les choses sont plus compliquées, comme le montrera aisément l'exemple de l'insomnie : des troubles du sommeil peuvent, s'ils sont isolés, causer une gêne plus ou moins grande; en revanche, l'insomnie fréquente peut affecter le repos à tel point qu'elle provoque des maladies qui, elles-mêmes, entraînent une réduction de

l'activité professionnelle. Il est donc faux de différencier la gêne de l'atteinte à la santé car il faudrait établir une limite entre elles de façon passablement arbitraire; cette distinction est en outre inutile puisque la gêne constitue un trouble du bien-être psychique et social de nature à affecter également la santé physique par la suite.

D. Bruits d'avions

29. Les normes suivantes sont utilisées pour mesurer le bruit provoqué par les avions :

- Annoyance Index (AI), en Australie
- Equivalent Daytime Disturbance (EDD), en Suède
- Effective Perceived Noise Level (EPNL)
- Aircraft Noise Abatement, aux Etats-Unis d'Amérique
- Composite Noise Rating (CNR), aux Etats-Unis d'Amérique
- Noise Exposure Forecast (NEF), aux Etats-Unis d'Amérique
- Äquivalenter Dauerschallpegel (Leq), en République fédérale d'Allemagne
- La méthode néerlandaise
- Indice de classification (R) et Indice isopsophonique (N), en France
- Noise and Number Index (NNI), au Royaume-Uni
- Noisiness Index (NI), en Afrique du Sud
- Equivalent Continuous Perceived Noise Level (ECPNL), par l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI)
- Weighted Equivalent Continuous Perceived Noise Level (WECPNL), par l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI).

Presque toutes ces normes tiennent compte des valeurs de pointe du niveau sonore et de la fréquence des bruits. Seuls les systèmes appelés "Effective Perceived Noise Level" et "Aircraft Noise Abatement" font exception à la règle.

30. A notre avis, il faut préférer les systèmes de mesure élaborés sur la base d'enquêtes de caractère socio-psychologique à ceux qui, bien que plus précis du point de vue acoustique, ne donnent pas d'indication sur la réaction de l'homme au bruit. En effet, la dispersion des résultats est beaucoup plus grande sur le plan humain que sur le plan purement technique.

31. Les systèmes suivants ont été élaborés compte tenu des enquêtes de caractère socio-psychologique :

- Noise and Number Index (NNI)
- Indice de classification (R) et Indice isopsophonique (N)
- La méthode hollandaise.

32. Les mesures de caractère technique sont, à longue échéance, l'élément le plus décisif dans la lutte contre les bruits d'avions. Il s'agit d'abord de construire des moteurs peu bruyants, puis de perfectionner les avions de telle sorte qu'ils puissent se passer de pistes ou, du moins, se contenter de pistes très courtes, et que tant la sécurité que la rentabilité permettent leur utilisation généralisée.

33. Pour l'admission de nouveaux types d'avions, il y a lieu d'exiger des certificats du bruit. Les valeurs limites fixées dans ces certificats doivent faire l'objet de normes internationales et tenir compte essentiellement des principes de la lutte contre le bruit et non des désirs exprimés par les fabricants d'avions des divers pays.

34. Tant que les bruits d'avions ne pourront pas être combattus à la source de manière satisfaisante, la mesure la plus importante consistera à établir des zones d'affectation diverse aux alentours des aérodomes. Lors de l'établissement de ces zones, il faudra distinguer entre les secteurs déjà bâtis et ceux qui ne le sont pas.

35. Dans les secteurs déjà bâtis, il est absolument impossible de créer des conditions idéales. Il faut au contraire chercher une solution de compromis. Cette solution peut uniquement consister dans la fixation des valeurs limites applicables aux bruits intolérables. Bien entendu, ces valeurs limites seront fixées de manière variable suivant l'affectation du terrain (logements, établissements industriels ou commerciaux, écoles, etc.). On interdira l'affectation de toute zone d'un type donné où la valeur limite correspondante est dépassée. Il résulte de cela que l'on ne saurait créer des conditions de vie favorables dans les zones situées juste au-dessous des valeurs limites et qu'il faut au contraire s'attendre en beaucoup d'endroits à une gêne sensible causée par le bruit, mais celui-ci peut encore être qualifié de moyen et de supportable.

36. Le tableau No 1 propose des valeurs limites pour les bruits excessifs provoqués par les avions, valeurs applicables à deux sortes de constructions.

Tableau No 1

Valeurs limites des bruits excessifs provoqués par les avions
Valeurs NNI (Noise and Number Index), applicables de 6 h à 22 h

Affectation	Constructions traditionnelles	Constructions fortement insonorisées
Logements	50	55 (a)
Ecoles	40	45 (a) ou 50 (b)
Maisons de commerce et bureaux	50	55 (b)
Industrie et artisanat	55	60 (b)
Hôpitaux	35	45 (b)
Entrepôts et bâtiments occupés de façon passagère	60	65
Installations agricoles et militaires	60 et plus	

Pour (a) et (b), voir sous "Constructions fortement insonorisées", ci-après.

37. Les caractéristiques des deux genres de constructions susmentionnés pourraient être décrites ainsi :

- Constructions traditionnelles : murs extérieurs, 350 kg/m²; revêtements en béton massif, 14 à 16 cm; isolation des fenêtres fermées, 25 dB (fenêtres normales, à double vitrage);
- Constructions fortement insonorisées : murs extérieurs, 500 kg/m²; dalle en béton massif sur le toit, de 30 cm, en porte à faux,
 - (a) Isolation des fenêtres fermées, 35 dB (fenêtres spéciales, à double vitrage);
 - (b) Fenêtres spéciales solidement fermées, d'un coefficient d'isolation d'au moins 40 dB, munies d'une installation d'aération artificielle.

38. On peut, en procédant à un aménagement au bon moment, créer des conditions de vie favorables dans les secteurs qui ne sont pas encore bâtis. Il faut pour cela répartir les zones d'affectation de telle sorte que les habitants ne soient pas incommodés par le bruit des avions. Bien entendu, il est possible que, même si l'on crée ces conditions favorables, certaines personnes particulièrement sensibles éprouvent de la gêne.

39. Le tableau No 2 propose des valeurs limites en vue de la création de conditions favorables.

Tableau No 2

Valeurs limites pour la création de conditions favorables
Valeurs NNI (Noise and Number Index), applicables de 6 h à 22 h

Affectation	Constructions traditionnelles	Constructions fortement insonorisées
Logements	40	-
Ecoles	35	45
Maisons de commerce et bureaux	40	50
Industrie et artisanat	50	60
Hôpitaux	30	40
Entrepôts et bâtiments occupés de façon passagère	60	65

En gros, les valeurs limites à utiliser pour créer des conditions favorables sont inférieures de 5 à 10 unités NNI aux valeurs limites des bruits excessifs.

Les conditions relatives aux "constructions traditionnelles" et aux "constructions fortement insonorisées" sont les mêmes que dans le paragraphe 36.

40. Pour assurer la tranquillité du repos nocturne, on envisage de réduire le trafic aérien pendant la nuit. Celui-ci peut même être interdit complètement, par exemple de minuit à cinq heures du matin, sans pour cela nuire aux intérêts de l'aviation commerciale. Le trafic d'avions civils supersoniques doit être interdit au-dessus des régions habitées.

E. Bruit des véhicules à moteur

41. Dans le trafic routier, nous nous trouvons en présence de conditions particulières. En effet, lorsque les véhicules à moteur se suivent en formation serrée, il ne s'agit plus d'une source de bruit ponctuelle produisant un champ sonore sphérique, mais d'une source de bruit linéaire engendrant un champ sonore cylindrique. D'où l'existence d'un champ proche et d'un champ éloigné le long de la route.

42. Le champ proche présente les caractéristiques suivantes :

- le niveau sonore est le même pour l'ensemble de ce champ;
- le niveau sonore est proportionnel à $20 \log. UV/h$ (unités de voitures à l'heure); si le trafic double d'intensité, le niveau sonore monte de 6 dB;
- le champ se rétrécit à mesure que la densité des véhicules augmente (7 m pour 1200 UV/h, 100 m pour 100 UV/h).

L'extension du champ proche peut être approximativement calculée au moyen de la formule :

$$\text{Champ proche (en m)} = \frac{10000}{UV/h}$$

43. Dans le champ éloigné, en revanche, on constate que :

- le niveau sonore est proportionnel à $10 \log$. UV/h et une intensité double du trafic a pour effet d'élever le niveau sonore de 3 dB;
- le niveau sonore baisse de 3 dB si l'on double la distance.

44. Pour mesurer le bruit du trafic routier, il ne suffit pas de tenir compte du bruit de véhicules isolés parce que cela ne renseignerait pas sur la fréquence du phénomène. C'est pourquoi il est nécessaire, si l'on veut faire un travail sérieux, d'enregistrer convenablement tant l'importance du niveau sonore que la fréquence des bruits. Ces conditions sont remplies par les méthodes suivantes :

- somme des fréquences cumulées des niveaux sonores (L en %);
- niveau sonore permanent équivalent (Leq);
- Traffic Noise Index (TNI)

45. La répartition statistique des bruits du trafic se rapproche sensiblement de la répartition normale selon Gauss. Lorsqu'un bruit est enregistré à de courts intervalles - c'est-à-dire presque en permanence - durant une période déterminée (p. ex. 1h, 12h ou 1 jour), il est possible d'établir quel niveau sonore a été dépassé ou n'a pas été atteint pendant chaque partie de la période de référence. Les valeurs obtenues sont appelées sommes des fréquences cumulées des niveaux sonores. Quelques-unes de ces sommes de fréquences (p. ex. 10 %, 25 %, 50 %, 90 %, 99 %, 99,9 %) ont acquis une importance particulière et c'est à elles que l'on donne la préférence. Il est en effet souhaitable de se limiter à un petit nombre de valeurs parce qu'on peut mieux comparer les résultats des divers expérimentateurs.

46. Cependant, alors que dans certains pays on se réfère aux périodes pendant lesquelles le niveau sonore a été dépassé, on ne tient compte, dans d'autres pays, que des périodes pendant lesquelles le niveau sonore n'a pas été atteint, ce qui crée une difficulté supplémentaire. Ainsi, par exemple, le niveau correspondant à la somme des fréquences de 90 % (L 90) signifie normalement que le niveau sonore n'a pas été atteint ou a juste été atteint durant 90 % de la période de référence; pendant 10 % de la période de référence, le niveau sonore a dépassé la valeur indiquée pour L.90. Au contraire, la somme des fréquences de 90 % (L 90) veut dire au Royaume-Uni et en France que le niveau sonore en question a été atteint ou dépassé durant 90 % de la période de référence.

La valeur L 90 en Royaume-Uni correspond donc à la valeur L 10 en Suisse. C'est pourquoi il faut toujours savoir exactement quelle est la méthode utilisée pour pouvoir interpréter des données. (Pour les cas douteux, on a ajouté dans le présent rapport la mention "inférieur" (niveau non atteint) ou "supérieur" (niveau dépassé).

Par conséquent, "L 90 inférieur" signifie que la valeur n'a pas atteint le niveau sonore durant 90 % de la période de référence).

47. Le niveau sonore permanent équivalent est un niveau de l'intensité moyenne de la nuisance sonore; il permet de comparer la gêne provoquée par un bruit intermittent à celle que produit un bruit qui dure pendant toute la période de référence. Cette façon de procéder repose sur le fait que la gêne provoquée par un bruit intermittent ne correspond pas à la moyenne arithmétique des différentes sources sonores, mais à la moyenne des intensités sonores. Le niveau sonore permanent équivalent est le plus souvent exprimé en dB (A). Suivant le choix adopté pour le paramètre d'équivalence "a" dans les formules ci-dessous, on trouve trois valeurs différentes du niveau sonore permanent équivalent, à savoir :

- Leq ($a = 1$) niveau sonore permanent équivalent pour le calcul de la moyenne d'énergie pure, paramètre d'équivalence "a" = 1; le niveau sonore monte de 3 dB si l'on double la durée du bruit.
- Leq ($a = 0,75$) niveau sonore permanent équivalent Q, appelé aussi indice de nuisance Q; paramètre d'équivalence "a" = $3/4$; le niveau sonore monte de 4 dB si l'on double la durée du bruit.
- Leq ($a = 1,2$) niveau sonore permanent équivalent W, appelé aussi niveau d'efficacité W par Meurers; paramètre d'équivalence "a" = $6/5$; le niveau sonore monte de 2,5 dB si l'on double la durée du bruit.

Lors de la mesure, la durée du cycle a également une certaine importance car elle fait varier considérablement le Leq. Les cycles les plus courts donnent des valeurs plus basses.

48. Afin de pouvoir faire des comparaisons, on a essayé d'établir une relation entre les valeurs du Leq et celles des sommes des fréquences cumulées des niveaux sonores. On pourrait en tirer les règles suivantes, applicables au champ éloigné lorsque l'intensité du trafic est moyenne :

- Le Leq ($a = 1$) devrait correspondre à peu près à la somme des niveaux L_{50} et L_{99} , divisée par 2, soit :

$$Leq (a = 1) = \frac{S_{50} + S_{99}}{2} ;$$

- Le Leq ($a = 1$) ne devrait différer du niveau L_{50} que de 0 à 3 unités en dB (A).

En réalité cependant, la concordance n'est pas aussi marquée qu'elle paraît l'être théoriquement.

49. Le rapport entre le Leq et l'intensité du trafic peut se calculer au moyen de la formule suivante :

$$Leq (a = 1) \text{ (dans un champ de 25 m)} = 30 + 10 \log. N$$

N = Unités de voitures à l'heure (UV/h) dans les deux directions.

Cette formule est fondée sur le fait que le Leq atteint environ 30 sur une distance de 25 m pour 1 UV/h - ce qui correspond au bruit de pointe de 72 dB (A) d'une voiture circulant à une distance de 25 m - et que le Leq monte de 3 dB (A) si l'on double l'intensité du trafic. Cette élévation du niveau sonore est identique à celle qui se produit lorsque l'intensité du trafic double dans le champ éloigné.

50. Le Traffic Noise Index (TNI) a été mis au point au Royaume-Uni. Il découle de la formule :

$$TNI = 4 \times (L_{10} - L_{90}) + L_{90} - 30$$

(L_{10} et L_{90} signifient que le niveau sonore est atteint ou dépassé pendant 10 % et 90 % respectivement de la période de référence).

Le TNI a été calculé d'après des mesures de bruit et des enquêtes de caractère socio-psychologique faites simultanément sur l'effet incommode du bruit provoqué par le trafic routier. C'est la seule mesure du bruit causé par ce trafic qui tienne compte des réactions humaines.

51. Aux croisements, où le flot du trafic est interrompu, et sur les pentes, il faut compter avec une valeur d'environ 10 dB (A) plus élevée aussi bien pour le niveau sonore permanent équivalent (Leq) que pour la somme des fréquences cumulées des niveaux sonores (L_{50}). La "fluidification" du trafic constitue par conséquent une bonne mesure pour la lutte contre le bruit à l'intérieur des villes, à condition toutefois que la diminution du bruit ainsi obtenue ne soit pas compensée par un volume de trafic plus grand.

52. Une voiture qui circule à la vitesse de 60 km/h produit sur du béton sec un niveau sonore de 5 dB (A) plus élevé que sur l'asphalte sec. Si la chaussée est mouillée, le niveau sonore monte; l'élévation atteint environ 13 dB (A) sur un revêtement d'asphalte et environ 8 dB (A) sur le béton. Par temps humide, l'asphalte et le béton donnent au bruit des véhicules un niveau sonore presque identique. La nature des pneus n'a d'importance qu'aux vitesses élevées; les pneus d'hiver sont plus bruyants que ceux d'été.

53. La vitesse n'a qu'une faible influence sur les niveaux sonores moyens. Si on la double, il en résulte une élévation de 9 dB (A) du niveau L 50. Si l'on voulait faire baisser le niveau sonore en diminuant la vitesse, il faudrait réduire fortement celle-ci en dehors des villes, sur les autoroutes et les routes principales, en la ramenant par exemple à 50 km/h.

54. Une comparaison entre le bruit d'une autoroute à pistes séparées et celui d'une route principale fréquentée dans la même mesure montre que la valeur du niveau sonore moyen est légèrement inférieure sur la route principale, mais que les valeurs de pointe sont sensiblement plus élevées sur celle-ci que sur l'autoroute. Comme les pointes de bruit sont particulièrement incommodantes, il convient de donner la préférence à l'autoroute, à volume de trafic égal.

55. Outre la distance entre la source de bruit et la personne qui perçoit le bruit, de nombreux facteurs agissent sur la propagation des sons. Signalons notamment une perte générale de propagation, les obstacles naturels ou artificiels, les conditions météorologiques telles que le vent ou les écarts de température.

56. Sur un terrain non bâti ou peu bâti, légèrement accidenté, qui comprend des arbres isolés, des groupes d'arbres, des buissons et des maisons particulières isolées, il se produit une perte générale de propagation supplémentaire de 2 dB par 100 m. approximativement. S'il s'agit au contraire d'un terrain fortement bâti, la valeur de cette perte générale de propagation passe à 5 dB par 100 m. environ.

57. L'atténuation du son provoquée par les obstacles compacts est une fonction de ce qu'on appelle la "zone d'ombre" et la "hauteur efficace de l'obstacle". Sur le plan pratique, cela signifie que l'affaiblissement du son est d'autant plus grand que l'obstacle se trouve plus près de la source de bruit et qu'il domine la ligne reliant directement la source de bruit à la personne qui perçoit celui-ci. La matière dont l'obstacle est fait - remblai de terre, mur ou écran absorbant le son - ne joue pas un rôle essentiel.

58. On peut obtenir une atténuation du son non seulement à l'aide d'un obstacle situé au même niveau que la route et la personne qui perçoit le bruit, mais aussi en abaissant la route. L'abaissement d'une route de 4m. a pour effet que le bruit n'est pas plus grand à une distance de 65 à 70 m. qu'à une distance de 160 m. si elle est au niveau du sol. Les talus doivent avoir une pente d'au moins 45 degrés si l'on abaisse le niveau de la route.

59. Font également partie des obstacles compacts les bâtiments fortement insonorisés situés le long de la route (p. ex. bureaux climatisés, fabriques et entrepôts), dont il faut encourager la construction par un aménagement du territoire et un régime d'affectation convenables.

60. Toutes les possibilités de construire des obstacles compacts doivent être rigoureusement utilisées déjà au stade de l'aménagement. Il ne faudrait approuver les plans que s'ils donnent satisfaction en ce qui concerne la protection contre le bruit.

61. On surestime en général la mesure dans laquelle les bandes de verdure atténuent le bruit. Une forêt pourvue d'un épais sous-bois provoque une perte de propagation du bruit d'environ 10 dB par 100 m., alors que la perte générale de propagation n'est que de 2 dB par 100 m. Des obstacles constitués par des arbres et des buissons, placés en travers du champ de propagation du bruit, peuvent chacun atténuer le son de 1 à 2 dB.

62. Les phénomènes météorologiques tels que le vent et les variations de température n'ont une grande importance pour la propagation du bruit qu'à partir de 400 à 500 m. Dans la direction du vent, le sol, la végétation et les obstacles peuvent atténuer le bruit dans une mesure beaucoup plus faible qu'à l'ordinaire. Contre le vent, en revanche, c'est l'effet opposé qui se produit, car les ondes sonores sont brisées par le sol et l'atténuation du bruit n'en est que plus forte. La structure des couches de température a les effets suivants : une température croissante de bas en haut augmente l'atténuation et inversement. Les conditions météorologiques peuvent, à une assez grande distance, faire varier le niveau sonore d'environ 20 dB au maximum.

63. S'il y a, à proximité de la source de bruit, une grande surface qui réfléchit le son (mur, façade de maison), le niveau sonore s'élève de quelque 3 dB dans le champ de réflexion. Une construction en ordre contigu des deux côtés de la route provoque une

élévation du niveau sonore de 4 à 10 dB si les maisons alignées sont distantes de 10 à 30 m. les unes des autres. Une construction en ordre contigu d'un seul côté de la route élève le niveau sonore d'environ 3 dB sur le côté non bâti et de 3 à 7 dB sur le côté bâti lorsque les maisons alignées sont distantes de 10 à 25 m. du côté non bâti.

64. La distance entre les routes fortement fréquentées (800 à 1200 UV/h) et les maisons d'habitation devrait être d'au moins 100 à 125 m. lorsque la propagation du bruit n'est pas freinée par des obstacles, étant donné que le niveau sonore baisse de 3 dB (A) dans le champ éloigné si l'on double la distance.

65. En ce qui concerne la disposition des maisons d'habitation par rapport à la route, soit en bordure, soit perpendiculairement, on ne saurait dire à quelle solution il faut donner la préférence, car la première expose à un bruit plus fort un petit nombre de personnes, alors que la seconde expose à un bruit plus faible un assez grand nombre de gens. Mais la disposition des maisons dépend évidemment aussi d'autres facteurs, tels que l'insolation, l'exposition à la lumière et la vue.

66. Il a été prouvé que les niveaux moyens sont plus élevés aux étages supérieurs qu'au rez-de-chaussée (les mesures ont été faites au 12ème étage d'un grand immeuble), mais que les valeurs de pointe sont plus élevées au rez-de-chaussée. Tout bien considéré, la hauteur de l'étage n'a guère d'importance en ce qui concerne le bruit provoqué par le trafic routier.

67. Le trafic des véhicules à moteur constitue, dans les villes, la plus forte source de bruit qui porte atteinte au bien-être des habitants.

68. Tant le niveau sonore permanent équivalent (Leq) que le Traffic Noise Index (TNI) indiquent le degré de la gêne causée par le trafic routier. Ce degré est un peu mieux précisé par le TNI que par l'autre méthode. Il n'existe pas de véritable rapport entre le degré de gêne et d'autres mesures.

69. Lorsqu'on mesure le bruit du trafic routier en plein air devant la fenêtre ouverte, le niveau sonore permanent équivalent (Leq) ne devrait pas dépasser les valeurs suivantes :

	Leq en db (A)	
	De jour	De nuit
Logements	45 à 50	35 à 40
Bureaux	50 à 55	
Ecoles	55	

70. Dans les rues des villes où il y a des maisons des deux côtés, plus de la moitié des habitants ne sont pratiquement pas dérangés, de jour et avec la fenêtre ouverte, tant que l'intensité du trafic ne dépasse pas 100 unités de voiture à l'heure (soit 1,6 UV/min.). Plus de la moitié sont "dérangés" si l'intensité varie entre 100 et 300 unités de voiture à l'heure (soit 1,6 à 5 UV/min.). S'il y a plus de 300 unités de voiture à l'heure (soit 5 UV/min.), plus de la moitié des habitants sont "fortement dérangés". Le Traffic Noise Index ne doit pas dépasser la valeur de 74, mesurée en plein air devant la fenêtre. Si l'on s'en tient à cette valeur, il y a seulement 2,5 % de probabilité que l'habitant moyen d'une rue soit gêné par le trafic routier.

71. Etant donné que le bruit du trafic gêne considérablement les habitants des villes, il faudrait réduire dans celles-ci le trafic individuel des véhicules à moteur.

72. On peut réduire le trafic des véhicules à moteur dans les villes en déviant le trafic de transit et en encourageant l'extension des services de transports publics.

73. Il faut écarter le trafic de transit des centres des villes en construisant des routes de déviation et des autoroutes de ceinture au lieu de routes expresses dans les villes.

Il convient, par des limitations de vitesse appropriées, de décourager le trafic de transit sur les routes expresses déjà en service dans les villes. Il faut construire des parkings le long des routes expresses, pour que celles-ci aient le caractère des routes d'accès urbaines.

74. La fluidité du trafic dans les villes devrait être facilitée par des mesures appropriées dans le domaine de la construction (axes urbains sans croisements, par exemple) ou par des mesures de police ("ondes vertes" par exemple).

75. Dans les villes, on veillera à répartir le trafic sur plusieurs niveaux aux points très fortement fréquentés et dans les rues dont les rangées de maisons sont proches l'une de l'autre. Il faut, malgré les dépenses plus élevées que cela occasionne, envisager le trafic des véhicules à moteur sous terre et non en surface, s'il y a à proximité immédiate des bâtiments habités non protégés contre les effets du bruit.

76. L'accent devrait être mis, en matière de recherche technique, sur la mise au point d'écrans adéquats pour atténuer le bruit le long des autoroutes et routes expressives à l'intérieur des localités.

77. Il est nécessaire de soumettre les véhicules à l'expertise des types avant de les admettre à circuler. Pour les nouveaux véhicules, les valeurs limites devraient être progressivement abaissées, selon un plan établi plusieurs années à l'avance. Les véhicules en circulation devraient être contrôlés régulièrement quant à leur conformité aux normes de bruit.

78. Fonder la taxation des véhicules sur le seul critère du bruit qu'ils causent est une mesure inadéquate. En effet, le succès pratique de la lutte contre le bruit dépend moins des normes maximales à respecter que du soin avec lequel les usagers limitent le bruit qu'ils provoquent. Nombreux sont les véhicules automobiles qui peuvent atteindre des niveaux sonores très élevés, mais sont conduits en pratique, surtout lorsque leurs réserves de puissance sont suffisantes, de façon peu bruyante. En outre, le bruit causé varie constamment selon le degré d'usure et l'entretien du véhicule. Du point de vue de l'imposition, le bruit causé pourrait tout au plus être pris en considération comme un élément donnant lieu à surtaxe.

F. Bruit du trafic ferroviaire

79. Le bruit qui prédomine dans le trafic ferroviaire - contrairement à celui causé par les véhicules du trafic routier - est le bruit des roues sur les rails. A cela s'ajoutent les sons émis par les locomotives et les véhicules automoteurs, la trépidation sur les rails non soudés et le grincement des freins.

80. Aux vitesses moyennes, une accélération de 10 km/h provoque une augmentation de 2 dB (A) du bruit des roues sur les rails.

81. Etant donné leur vitesse élevée, les trains rapides du trafic interurbain sont les plus bruyants. Viennent ensuite les trains du trafic local, les tramways et les trains de banlieue.

82. En ce qui concerne la mesure du bruit du trafic ferroviaire, l'indice d'équivalence sonore (Leq) a fait ses preuves. Pour un auditeur placé à 25 m, un indice de 1 000 wagons de voyageurs par heure correspond environ à 15 trains par heure dans le trafic interurbain et à plus de 50 tramways par heure.

83. Dans l'ensemble, le bruit causé par les chemins de fer ne fait pas l'objet de plaintes très nombreuses. Cela provient notamment de ce que les fréquences basses et élevées apparaissent moins dans le trafic ferroviaire que dans le trafic routier; le bruit des chemins de fer est plus homogène que celui des véhicules automobiles.

84. La plupart des personnes incommodées par le bruit du trafic ferroviaire le sont par les trains. Il serait possible d'atténuer sensiblement le bruit des roues sur les rails en remplaçant les roues de métal par des roues en caoutchouc ou en matériaux similaires.

III. POLLUTION DE L'AIR

A. Généralités

85. Les trois principales sources de la pollution générale de l'air sont : la circulation (des véhicules automobiles, des chemins de fer et des avions), les chauffages domestiques et l'industrie. L'importance respective de ces différentes sources de pollution dépend fortement des conditions locales. A l'échelle mondiale, aucune des trois sources ne peut être considérée comme la cause prédominante de la pollution atmosphérique.

86. La part des gaz d'échappement provenant de ces trois sources, les facteurs météorologiques jouent un rôle déterminant : l'absence de vent et les inversions (= masses d'air froid sous des couches plus chaudes) entravent la dispersion horizontale et surtout verticale des éléments polluants et peuvent avoir pour effet que, même sans accroissement des émanations, de dangereuses concentrations d'éléments nocifs apparaissent dans l'atmosphère.

87. La circulation ralentie dans les villes provoque dans l'air de plus fortes concentrations d'éléments polluants que la circulation fluide, car la dilution de ces éléments n'est pas favorisée par le déplacement d'air des véhicules en marche. En outre, la part de monoxyde de carbone dans les gaz d'échappement, calculée en pour-cent - et non en valeur absolue - est plus forte lorsque le moteur tourné à vide.

C'est pourquoi, il n'existe pas, dans la circulation ralentie, une relation fixe entre le degré de fluidité du trafic et le degré de concentration des gaz d'échappement (de monoxyde de carbone, par exemple).

88. Parmi les polluants atmosphériques, les uns se présentent sous forme gazeuse, les autres sous forme de particules.

89. Les polluants gazeux primaires résultant de la circulation sont avant tout le monoxyde de carbone (CO), l'oxyde d'azote (NOx), les aldéhydes, les hydrocarbures aliphatiques et le carburant non consommé. Les émanations de gaz carbonique (CO₂) sont à considérer séparément, car elles sont causées non seulement par les processus de combustion des moteurs, mais aussi par le métabolisme des plantes, des animaux et des êtres humains. Quant à l'anhydride sulfureux (SO₂) présent dans l'atmosphère, il provient pour l'essentiel des chauffages domestiques et de l'industrie. Les moteurs diesel n'en produisent que très peu.

90. Sous l'influence des rayons solaires, les polluants gazeux primaires peuvent se transformer en polluants secondaires (p.ex. ozone).

91. Les polluants sous forme de particules comprennent une grande variété de combinaisons chimiques. Celles qui apparaissent du fait de la circulation sont en particulier les hydrocarbures aromatiques polycycliques et les composés de plomb.

92. Les moteurs à essence se distinguent des moteurs diesel en ce sens qu'ils produisent plus de monoxyde de carbone (CO), tandis que les moteurs diesel produisent plus d'oxyde d'azote (NOx). Quant aux aldéhydes et aux hydrocarbures aliphatiques, ils sont émis aussi bien par les moteurs à essence que par les moteurs diesel.

93. La présence dans les gaz d'échappement des moteurs diesels de grandes quantités de particules apparaissant sous forme de fumée noire ou bleue dénote un mauvais réglage du moteur. S'ils sont bien réglés, les moteurs diesel produisent tout au plus une fumée blanche (= vapeur d'eau), qui disparaît une fois le moteur réchauffé.

94. Les moteurs à essence dégagent dans toutes les conditions de fonctionnement une quantité assez peu variable d'hydrocarbures aromatiques polycycliques. En revanche, cette quantité varie fortement lorsqu'elle provient de moteurs diesel : un moteur diesel bien réglé ne produit pas d'hydrocarbures aromatiques polycycliques, alors qu'il en dégage de très fortes quantités s'il est mal réglé.

95. Les réacteurs d'avion produisent également du monoxyde de carbone, de l'oxyde d'azote, des hydrocarbures aliphatiques, des aldéhydes et des particules. De plus, les avions à réaction dégagent généralement au moment de l'envol une certaine quantité de carburant non consommé. Ce carburant ne s'évapore pas facilement et retombe en partie sous forme de gouttelettes.

96. Dans les pays industrialisés, 0,5 à 1 % au maximum de toute la pollution atmosphérique est due au trafic aérien.

97. Le monoxyde de carbone est le polluant le plus répandu. Il provient surtout des gaz d'échappement des véhicules d'automobiles dotés d'un moteur à essence.

98. La pollution des couches supérieures de l'atmosphère pourrait être considérablement aggravée par les avions supersoniques, car l'absence de variations de temps en haute altitude a pour effet d'empêcher les phénomènes d'auto-épuration.

99. D'après des mesures faites à New York, on peut admettre que l'exploitation d'un aéroport d'une surface donnée s'accompagne d'une émission de polluants atmosphériques aussi dense que celle d'une ville couvrant la même surface. Dans les environs d'autres aéroports, la situation est probablement moins grave.

100. Les polluants gazeux sont mesurés en poids ou en volume de substance polluante par mètre-cube d'air (en poids : mg/m^3 ; en volume : $\text{ml}/\text{m}^3 = \text{ppm} = \text{parts per million}$).

101. Comme poussière en suspension, les particules sont définies en unités de poids par mètre-cube d'air (mg/m^3), et comme poussière sédimentaire, elles sont définies par surface et unité de temps ($\text{mg}/\text{m}^2 \times \text{temps}$).

B. Effets de la pollution atmosphérique

102. Les polluants gazeux irritent directement les voies respiratoires (substances azotées et aldéhydes), ainsi que les muqueuses des yeux, ou bien perturbent l'apport d'oxygène à l'organisme (p. ex. monoxyde de carbone).

103. Les polluants sous forme de particules limitent la visibilité et entraînent une réduction de l'insolation. Certains hydrocarbures aromatiques polycycliques (en particulier le benzopyrène) favorisent le développement de maladies cancéreuses. Quant au plomb, il entrave avant tout la régénération sanguine.

104. Du point de vue de l'épidémiologie, on constate qu'une forte augmentation de la pollution atmosphérique entraîne, quand elle persiste quelques jours, un accroissement de la fréquence des maladies (taux de morbidité), les principaux organes touchés étant

les voies respiratoires. Le taux de mortalité augmente également, en ce sens que le nombre de décès enregistré pendant une certaine période est plus élevé que d'ordinaire à pareille époque.

105. Pour constater les effets chroniques de la pollution atmosphérique, des études comparatives doivent être réalisées sur de grandes collectivités. A cet égard, il est indispensable de tenir compte non seulement du degré de pollution atmosphérique, mais aussi des conditions socio-économiques et de l'accoutumance à la fumée propres aux collectivités comparées.

106. Les effets chroniques des polluants atmosphériques sont d'une grande variété. Ils vont de la perturbation des fonctions pulmonaires sans signe apparent de maladie jusqu'à la multiplication des cas de maladie (morbidité) et de décès (mortalité) par suite de bronchite, d'asthme et d'emphysème. A l'extrême, on constate une élévation de la mortalité due au cancer des poumons et d'autres organes (estomac, prostate, vessie), ainsi qu'une plus forte mortalité infantile.

107. Les altérations de la santé résultant de la pollution atmosphérique seule ou combinée avec des conditions météorologiques défavorables entraînent de fréquentes absences au travail.

108. La description des relations qui existent entre la pollution atmosphérique et les altérations de la santé repose en partie sur des certitudes et en partie sur des présomptions plus ou moins fortes.

109. Un effet chronique d'une importance considérable est celui qui découle de la présence dans l'atmosphère de faibles concentrations (20 à 30 ppm en plusieurs heures) de monoxyde de carbone (CO), ces concentrations peuvent entraver le fonctionnement du système cardiaque et circulatoire comme aussi celui du système nerveux central (elles affectent en particulier l'acuité visuelle et les organes psychomoteurs).

110. Les affections du système nerveux central peuvent avoir des répercussions négatives du point de vue de la sécurité routière.

111. Par leur mauvaise odeur et leur influence néfaste sur la visibilité, les polluants atmosphériques incommodent souvent les personnes qui y sont exposées.

112. Les polluants atmosphériques entraînent aussi une détérioration des plantes et une dégradation des matériaux.

113. Il y a des raisons de penser que l'augmentation de la pollution atmosphérique et les variations de la teneur de l'air en gaz carbonique (CO_2) peuvent modifier les conditions climatiques.

114. La pollution de l'atmosphère par des gaz et des particules est un problème plus grave que la diminution de la teneur de l'air en oxygène. Ce dernier phénomène n'aura en effet guère d'influence sur la terre, car tous les calculs démontrent que les réserves mondiales de combustibles fossiles seront épuisées avant que les effets de la diminution d'oxygène commencent à se faire sentir.

C. Mesures à prendre

115. A l'heure actuelle, la mesure la plus importante et la plus radicale consiste à soumettre à des restrictions légales les gaz d'échappement des véhicules automobiles. Les Etats-Unis se sont engagés les premiers dans cette voie. Il est parfaitement possible que l'Europe adopte en principe les valeurs limites américaines.

116. Il convient de prescrire aux constructeurs de véhicules automobiles, selon un programme pluriannuel obligatoire, de réduire progressivement la part des principaux polluants, à savoir surtout du monoxyde de carbone, des hydrocarbures, des oxydes d'azote, des particules et du plomb, dans les gaz d'échappement des nouveaux types de véhicules. L'évaporation de la benzine contenue dans le réservoir et le carburateur doit également être limitée.

117. C'est une erreur d'imposer aux constructeurs de véhicules la réduction d'un seul des composants nocifs des gaz d'échappement, par exemple du monoxyde de carbone. En effet, une mesure de ce genre favorise l'emploi d'équipements techniques qui limitent l'émission de ce seul composant, mais provoquent une augmentation des autres polluants atmosphériques contenus dans les gaz d'échappement.

118. En ce qui concerne les véhicules déjà en circulation, il convient de les soumettre périodiquement, à intervalles de quelques années, à un contrôle des gaz d'échappement. Les défauts d'entretien doivent être supprimés.

119. Par des mesures de police, les véhicules mal entretenus qui polluent anormalement l'atmosphère doivent être éliminés de la circulation.

120. A l'heure actuelle, la taxation des véhicules automobiles selon leur production de gaz d'échappement n'est pas une mesure appropriée, car elle ne permet pas une amélioration substantielle de la situation.
121. Les restrictions frappant l'émission de polluants atmosphériques doivent être complétées par la définition de valeurs limites en matière d'immission.
122. En cas de dépassement des valeurs limites fixées pour les immissions, un système de mesures appropriées doit être mis en oeuvre immédiatement, afin d'arrêter la progression de la pollution atmosphérique. A cet effet, il faut aussi prévoir une limitation passagère du trafic des véhicules automobiles.
123. Parmi les mesures de planification décrites aux points 71 à 75 concernant le bruit causé par les véhicules automobiles, il en est un bon nombre qui contribuent également à la lutte contre la pollution atmosphérique.
124. Dans les localités et villes en voie de reconstruction le réseau routier doit être aménagé de manière à faciliter le renouvellement naturel de l'air.
125. A long terme, il importe d'encourager le développement de moteurs ne produisant que peu ou pas de gaz d'échappement (par exemple moteurs stirling, moteurs à vapeur, moteurs à fréon, turbines à gaz, moteurs électriques, etc.). C'est ainsi seulement qu'on parviendra à résoudre les problèmes que pose, du point de vue de l'hygiène, la circulation des véhicules automobiles.
126. De même, la construction de moteurs d'avion moins polluants doit être imposée par des prescriptions légales.

IV. POLLUTION DES EAUX

127. La pollution des eaux par la circulation provient surtout de l'huile.
128. Un litre d'huile suffit à rendre impropres à la consommation 1 million de litres d'eau, soit une quantité correspondant à la consommation d'un homme pendant cinq ans environ.
129. La pollution des eaux est provoquée indirectement par des actes commis intentionnellement ou par négligence lors de la vidange des véhicules automobiles, ou bien par des accidents de trains routiers transportant de l'huile ou des produits similaires.

130. La pollution des eaux est directe lorsqu'elle résulte des pertes d'huile des bateaux ou de l'élimination par ceux-ci d'huile ou de résidus d'huile.

131. Les prescriptions techniques et les contrôles de police sont les mesures les plus efficaces pour empêcher la pollution des eaux.

V. ESPACE NECESSAIRE

132. Pour un million de voitures automobiles stationnaires, il faut compter une surface de parcage de 25 km² environ.

133. Pour un million de voitures automobiles en circulation, il faut compter une surface de trafic d'au moins 160 à 200 km². Si l'on attribue au trafic un peu plus que l'espace nécessaire à un minimum de liberté de mouvement, la surface requise est d'environ 500 à 600 km².

134. Dans ces conditions, la plupart des besoins - en particulier dans les villes - ne peuvent être satisfaits que grâce aux moyens de transport de masse. La priorité revient donc aux transports publics. L'objectif à viser dans les villes consiste à créer un réseau de communications unique offrant de bonnes correspondances entre les différents moyens de transports, ainsi qu'un système tarifaire unifié.

135. Pour tenir compte de la priorité due aux transports publics, il importe d'y investir des ressources plus élevées, d'arrêter des mesures de police (p. ex. création de voies réservées aux transports publics, réglementation préférentielle aux signaux lumineux) et d'établir des tarifs de transport avantageux.

136. La mise au point de nouveaux systèmes de transports (p. ex. de cabines à quatre personnes dirigées électroniquement, de tapis roulants, de monorails, de trains se déplaçant sur un coussin d'air etc.) doit être encouragée.

VI. PROBLEMES ESTHETIQUES

137. Quand des ouvrages de dimensions exagérées sont construits pour les besoins de la circulation, il peut arriver qu'ils détruisent la silhouette d'une ville ou la beauté d'un paysage. La priorité doit donc être donnée aux transports publics pour des raisons d'esthétique également.

138. En admettant que les automobiles ont une durée de vie de 10 ans environ, le nombre d'automobiles vouées à la démolition est annuellement de 100 000 unités par million. Mises côte à côte, ces 100 000 épaves couvrent environ 1 km².

139. Chaque automobile pouvant être réduite aux dimensions d'un bloc de 1 mètre cube, les 100 000 unités vouées annuellement à la démolition représentent 100 000 m³ de ferraille, ce qui équivaut à un amas à base carrée de 100 mètres de côté et de 10 mètres de haut.

140. C'est pourquoi il est d'une urgente nécessité de prélever lors de la mise en circulation des automobiles une taxe supplémentaire pour couvrir à l'avance les frais de démolition.

